CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DA BACIA DO RIO GUABIROBA: ENSAIO EMPÍRICO-CARTOGRÁFICO COMO FUNDAMENTO AO ESTUDO DE PROCESSOS[1]

Edivaldo Lopes THOMAZ[2]

RESUMO

Parte da Geografia Física Brasileira tem abordado o estudo do meio físico em sua totalidade, haja vista, temas como ecologia da paisagem, geossistema, estudos de ecodinâmica, serem recorrentes na Geografia. Além do mais, com a ampliação do uso do geoprocessamento esses estudos tomaram impulso nas últimas décadas. Dessa forma, as unidades de paisagens são obtidas por meio do cruzamento de mapas temáticos que representam as características do meio físico (uso da terra, formas de relevo, declividade, solo etc). Contudo, nesses estudos a observação sistemática em campo, mensurações, monitoramento de processos, materiais, variabilidade têmporo-espacial dos processos, entre outros elementos são às vezes negligenciados. Por conseqüência, há prejuízo analítico, explicativo e na predição acerca do padrão e comportamento das unidades de paisagem.

Diante disso, o objetivo deste estudo é apresentar as características do meio físico da bacia do Rio Guabiroba, demostrar o procedimento empírico-cartográfico como base ao estudo de processos (experimental) em bacia de drenagem. Tem por objetivo, ainda, contextualizar a bacia do Rio Guabiroba como área experimental do Laboratório de Geografia Física (UNICENTRO) na linha de pesquisa Estudo de Processos Hidrogeomorfológicos em Bacia de Drenagem. O procedimento para condução da pesquisa partiu da escolha da área problema. Posteriormente, elaborou-se o mapeamento da paisagem, sendo produzidas as seguintes cartas: topográfica, hipsométrica, clinográfica, geomorfopedológica, uso da terra, perfis topográficos e análise morfométricas no âmbito da bacia (cartográfico). Em seguida com o apoio dos materiais anteriores e observações de campo foram estabelecidas preliminarmente as conexões e a dinâmica das unidades de terras obtidas por meio de mapeamento e observação direta de processos (empírico). Na etapa seguinte após compreender o meio físico da bacia foram formuladas conjecturas norteadoras para os procedimentos experimentais, tais como: a) os processos hidrológicos e geomorfológicos são influenciados pela forma do relevo e uso da terra; b) às atividades agrícolas em diferentes unidades de terras aumentam a complexidade e a variabilidade têmporo-espacial dos processos hidrogeomofológicos; c) essas inter-relações influenciam à dinâmica atual da paisagem da área de estudo. No sentido de responder as proposições apresentadas foram delineadas várias mensurações tais como: relação relevo-solo, resistência de materiais, densidade global, porosidade total, infiltração de água no solo, interceptação de chuva, balanço de água, escoamento superficial, produção de sedimento, entre outros. Assim sendo, o resultado, deste estudo destaca os aspectos gerais da metodologia ensaio empírico-cartográfico como suporte ao estudo de processos, e enfatiza, as características do meio físico da bacia do Rio Guabiroba. As análises indicaram que as vertentes possuem forte escalonamento devido aos estratos de basalto (degraus). Elas são dissecadas por uma rica rede de drenagem fomada por rios perenes, intermitentes e efêmeros. Os solos que recobrem as vertentes são em sua maioria rasos e pedregosos (Cambissolo e Neossolo Litólico), e por conseqüência, não apresentam aptidão agrícola. Apesar disto, as terras são

1Parte da tese de doutoramento em Geografia Física (Universidade de São Paulo): Processos hidrogeomorfológicos e o uso da terra em ambiente subtropical – Guarapuava-PR (em andamento).

2Bolsista CNPq, Professor Assistente, Universidade Estadual do Centro Oeste-UNICENTRO, Guarapuava – PR. ethomaz@brturbo.com.br.

usadas para práticas agropecuárias, influenciando na dinâmica do meio físico. Portanto, este é o ambiente que esta pesquisa objetiva caracterizar.

INTRODUÇÃO

O estudo de processos tornou-se preocupação de grande parcela dos geógrafos físicos nas últimas décadas. Não basta descrever as paisagens ou quantificar morfométricamente as formas. É necessário entender o padrão-organização, quantificar e modelar os processos geomórficos operantes na paisagem. Além disso, é preciso aplicar método, técnica e análises geomorfológicas na resolução de problemas socioambientais. Com isso, a ciência geomorfológica básica e aplicada evolui em conjunto, no sentido de explicar os processos e as formas geomorfológicas, ao mesmo tempo, em que busca aplicar conhecimentos para solucionar problemas de diversas ordens decorrentes da ocupação da paisagem.

A aplicação surge em uma ciência quando seu corpo de conhecimento e método é usado para outros propósitos além do progresso metodológico e do entendimento de seu próprio objeto (AHNERT, 1998). HART (1986) aponta que a aplicação foi relativamente tardia na Geomorfologia, já que ela possuía até a década de 1950 um conhecimento sistemático pouco aplicado.

Entre os motivos para este atraso estão a ligação da Geomorfologia com o Ciclo Geográfico, preocupação com muitos fatores que ocorrem na paisagem, dificuldade de adequar a escala ao problema, tradição geomorfológica de estudos sistemáticos voltados para a cronologia da paisagem e até mesmo a fragmentação da Geografia Física levou a perda da unidade do meio físico, e, por conseguinte, não atendiam as demandas que estavam em curso principalmente a partir da década de 1950 (HART, 1986; GREGORY, 1992).

Em contrapartida, alguns fatores contribuíram para potencializar os estudos aplicados como a incorporação da Teoria Geral dos Sistemas (análise de sistema), o surgimento de demandas dentro da própria Geomorfologia e, especialmente, o avanço no estudo de processos. De acordo com alguns autores, a Geomorfologia não sobreviveria como uma disciplina acadêmica. Além disso, na década de 1970 ganharam destaque mundial os problemas socioambientais, bem como, o papel do homem foi reconhecido como agente geomorfológico. Haja vista, os problemas de desertificação, erosão dos solos agrícolas, desflorestamentos, pressão sobre os recursos naturais, mudança climática global, azares naturais etc. (HART, 1986; GREGORY, 1992).

Como visto, o tema processo esta no centro de interesse da Geomorfologia contemporânea tanto nos estudos básicos quanto aplicados. TRICART (1977) afirma que a morfogênese é o principal elemento do ecossistema. Em outro momento o autor destaca que o mapeamento geomorfológico (paisagem) é o ponto inicial para as pesquisas em Geografia Física (TRICART, 1965). Assim, o mapeamento da paisagem deve aliar estudos experimentais, observações visuais e elaboração de modelos, com objetivo de verificar as características das unidades de paisagens acerca de suas homogeneidades e diferenciações (SOTCHAVA, 1978). AB'SABER (1969), por sua vez, indica que a pesquisa em Geomorfologia deve partir da compartimentação das formas topográficas, da caracterização dos materiais superficias chegando ao entendimento da fisiologia da paisagem (morfodinâmica). É nesta proposição que se enquadra o presente estudo.

Parte da Geografia Física Brasileira tem abordado o estudo do meio físico em sua totalidade, haja vista, temas como ecologia da paisagem, geossistema, estudos de ecodinâmica, serem recorrentes na Geografia. Além do mais, com a ampliação do uso do geoprocessamento esses estudos tomaram impulso nas últimas décadas. Dessa forma, as unidades de paisagens são obtidas por meio do cruzamento de mapas temáticos que representam as características do meio físico (uso da terra, formas de relevo, declividade, solo etc).

Contudo, nesses estudos a observação sistemática em campo, mensurações e monitoramento de processos, materiais, variabilidade têmporo-espacial dos processos, entre outros elementos são às vezes negligenciados. Por conseqüência, há prejuízo analítico, explicativo e na predição acerca do padrão e comportamento das unidades de paisagem ou sistema geomorfológico.

Esta afirmação é corroborada por RODRIGUES (1998) ao destacar que o mapeamento geomorfológico de detalhe, em conjunto com experimentos de campo e laboratório diminuem a subjetividade das unidades morfodinâmicas, em relação a classificação de sua fragilidade potencial. Notadamente, quanto estas unidades são delimitadas apenas a partir de procedimento empírico-cartográfico.

Diante disso, o objetivo deste estudo é apresentar as características do meio físico da bacia do Rio Guabiroba (Figura 1), demostrar o procedimento empírico-cartográfico como base ao estudo de processos (experimental) em bacia de drenagem (THOMAZ, 2005). Tem por objetivo, ainda, contextualizar a bacia do Rio Guabiroba como área experimental do Laboratório de Geografia Física (UNICENTRO) na linha de pesquisa Estudo de Processos Hidrogeomorfológicos em Bacia de Drenagem.

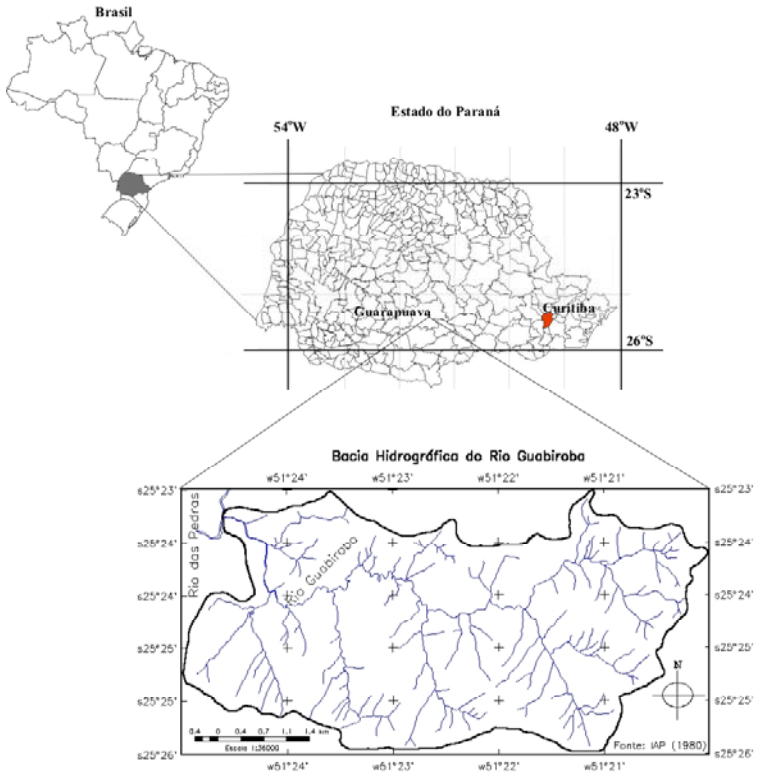

Figura 1. Localização da área de estudo.Org. THOMAZ, E. L. (2003).

MÉTODOS e TÉCNICAS

A Geografia Física é uma ciência da natureza (empírica) (CHAUI, 1995), e por extensão, a Geomorfologia se enquadra na mesma categoria. O método de pesquisa deve responder a essa especificidade da Geormorfologia. As vias clássicas de explicação científicas, especialmente, nas ciências naturais se baseiam em dois métodos: indutivo e dedutivo. No método indutivo o pesquisador parte de percepções e experiências acerca do mundo, entretanto os fatos ou conjunto deles encontram-se desordenados. Diante disso, o pesquisador estabelece definições, classifica e lança mão de mensuração, no intuito de ordenar os fatos pesquisados. A partir da ordenação dos fatos é possível a generalização indutiva. Em seguida, constroem-se leis e teorias, partindo-se, para a explicação da realidade (HARVEY, 1969).

No método dedutivo o pesquisador também parte de percepções e experiências acerca do mundo, contudo, existe uma imagem (estrutura) da realidade, a partir da qual é construído um modelo que representa formalmente a referida realidade. Posteriormente, à luz do modelo que representa a realidade o pesquisador estabelece a hipótese a respeito do fenômeno avaliado. Em seguida é realizado o delineamento experimental no sentido de classificar, mensurar e definir padrões do fenômeno pesquisado por meio da coleta de dados. De posse dos dados procede-se à verificação estatística (análises e testes). No caso de sucesso (significação) estabelecem-se leis e teorias (não é o caso desta pesquisa) e, por extensão, é possível dentro do referido contexto explicar a realidade ou o fenômeno estudado (HARVEY, 1969).

No presente trabalho optou-se por apresentar o esquema teórico hipotético-dedutivo denominado empírico-cartográfico e experimental, aliado a observação direta de processos (Figura 2). Dessa forma, partiu-se de experiências acerca dos sistemas geomorfológicos com suporte nas premissas dos Sistemas Dinâmicos (análise de sistema). O sistema geomorfológico estudado é avaliado a partir da hipótese norteadora com base no esquema anteriormente proposto. Em seguida, constrói-se a base empírica-cartográfica apoiada em observação direta. Esta fase, fornece o suporte para instalação de experimentos, amostragens e avaliações. Posteriormente, coletam-se e organizam-se os dados, e por fim, analisam-se os resultados obtidos nas etapas anteriores com vista a responder e explicar à hipótese estabelecida. A partir deste procedimento ocorre a realimentação (positiva-negativa) do esquema. A seguir será descrito o procedimento empírico-cartográfico (mapeamento da paisagem).

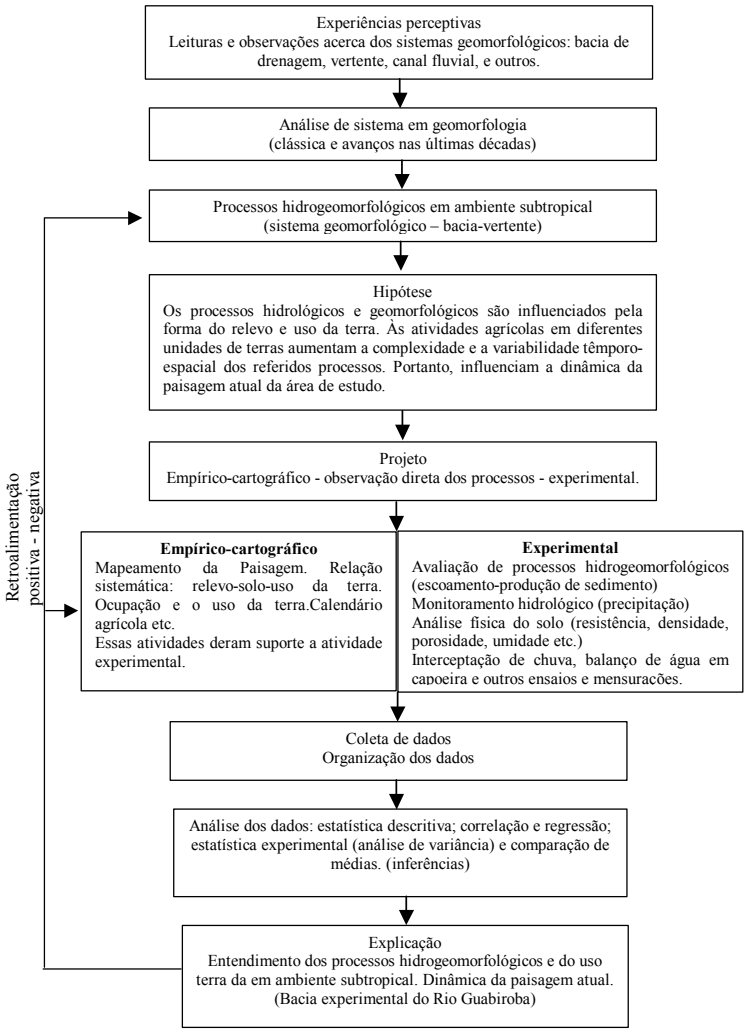

Figura 2. Esquema teórico empírico-cartográfico e experimental (Baseado em HARVEY, 1969).Org. THOMAZ, E. L. (2003).

Empírico Cartográfico: Definição da Área de Estudo e Mapeamento da Paisagem

O procedimento empírico cartográfico foi uma fase intermediária para à escolha da área de estudo, bem como, para definir locais a serem mensurados. A escolha da área ocorreu a partir da análise do Plano de Gestão e Manejo do Manancial do Rio das Pedras, Guarapuava – PR (SANEPAR, 2002). Pois, verificou-se que no zoneamento preliminar a bacia do Rio Guabiroba foi inserida numa zona de proteção especial devido suas características geoecológicas (THOMAZ, 2003).

Além do zoneamento foram realizados trabalhos de campo na bacia do Rio das Pedras e Guabiroba, análise de cartas topográficas, uso da terra, tipo de solos e aptidão agrícola. Outros aspectos considerados na delimitação da área de estudo estão: diversidade no uso da terra (capoeiras, florestas, agricultura mecanizada, agricultura de subsistência e pastagens), número de pessoas residentes e número de propriedades ≈150, distância do centro urbano (≈12 km), além de boas condições de acesso. Os materiais consultados não constam no corpo do presente ensaio, uma vez que, consistiu de uma fase preliminar para se eleger a área de estudo.

Após realizar o procedimento anterior iniciou-se a elaboração do material cartográfico da área de estudo com objetivo de subsidiar as análises empíricas, instalação dos experimentos, ensaios e amostragens. Os produtos cartográficos gerados, bem como, o procedimento para obtê-los serão descritos a seguir.

Carta Topográfica

A carta base da bacia do Rio Guabiroba (área de estudo) foi obtida a partir da reconstituição de fotografias aéreas do Instituto Ambiental do Paraná. A execução do vôo foi realizada pela empresa AEROSUL S.A em 1980. As informações sobre as fotografias utilizadas são as seguintes: faixa 82-1, quadrícula SG – 22 –V –D –III, escala aproximada 1:25000.

Dessa forma, a partir da reconstituição das fotografias foi produzida a carta topográfica e rede de drenagem na escala 1:10000. As curvas de nível foram traçadas com 10 m de eqüidistância. Além disso, a carta base (arquivo digital) foi exportada para Sistema de Informação Geográfica (Spring). Esse procedimento permitiu a elaboração das demais cartas temáticas como, clinográfica, geomorfopedológica e uso da terra. A manipulação dos dados em meio digital permitiu análises morfométricas, elaboração de perfis, cálculos de áreas entre outras análises no âmbito da bacia.

Carta Clinográfica

A carta clinográfica ou de declividade é uma das principais cartas temáticas utilizadas no planejamento físico-territorial (planejamento urbano, aptidão agrícola, riscos ambientais, suscetibilidade a erosão, zoneamentos etc). Nas Ciências da Terra e, em especial, na Geomorfologia é reconhecida como carta de energia do relevo. Assim sendo, esta carta compõe o quadro de análise do relevo fornecendo elementos morfométricos, morfográficos e até dinâmico a partir de inferência de processos dominantes (escoamento, erosão, movimentos de massa entre outros) de acordo com a declividade (energia do relevo) (Tabela 1).

O que se constata na literatura é o uso pragmático desta carta, isto é, depende do objetivo do estudo. Na presente pesquisa o principal uso da terra são as atividades agropecuárias. LEPSCH et al (1991) propõe a classificação da declividade de terreno por meio de 7 classes que vão de <2% até 70% (Tabela 1). Da classe A até a classe D a declividade vai aumentando gradativamente, porém, na classe E ocorre maior amplitude de declividade dentro da classe de 15% a 45%. Outro fato importante dessa proposta é a caracterização geral sobre possíveis problemas advindo do uso das terras em cada declividade. Por exemplo, entre a classe E e F ocorrem restrições ao uso de mecanização agrícola. Por isso, a classe E praticamente finaliza qualquer atividade agropecuária intensiva.

Tabela 1 - Classes de declividade do terreno de acordo o sistema da capacidade de uso da terra

Classe	Declive (%)	*Declive (o)	Características gerais das classes e processo erosivo (resumo)
A	<2%	<≈1,17o	Áreas planas ou quase planas. O escoamento superficial é muito lento ou lento. Não há impedimento ao uso de máquinas. Em geral a erosão hídrica não é significativa. Práticas simples de conservação do solo.
B	2 - 5%	1,17 – 3o	Áreas com declives suaves. O escoamento superficial é lento ou médio. Não há impedimento ao uso de máquinas. Em geral a erosão hídrica não oferece nenhum problema. Práticas simples de conservação do solo.
C	5 -10%	3 - 6o	Áreas inclinadas, relevo ondulado. Escoamento superficial médio ou rápido. O declive não prejudica o uso de máquinas. A erosão hídrica oferece poucos problemas. Práticas simples a complexas de conservação do solo.
D	10 - 15%	6 - 8,6o	Áreas muito inclinadas, relevo colinoso. O escoamento superficial é rápido. A maior parte das máquinas pode ser usada. A erosão hídrica oferece certa limitação. Os cultivos devem ser perenes, pastagens ou reflorestamento.
E	15 - 45%	8,6 - 24,3o	Áreas fortemente inclinadas. Escoamento superficial muito rápido. Uso de máquinas agrícolas especiais ou mais leves (com dificuldade).
F	45 - 70%	24,3 – 35o	Áreas íngremes (montanhosa). Escoamento superficial muito rápido. Uso de máquinas agrícolas especiais ou mais leves (com dificuldade).Nenhum tipo de máquina pode trafegar. Solos extremamente suscetíveis à erosão hídrica.
G	>70%	>35o	Áreas de relevo escarpado. Pouco desenvolvimento pedogenético. Solos rasos associados a afloramento de rocha.

Fonte: (LEPSCH et al., 1991, p.88). Modificado por THOMAZ, E. L.Nota: Declividade em grau incluída pelo autor.

As categorias hierárquicas de fragilidade em relação à declividade proposta por ROSS (1994) no estudo Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados, pouco difere da proposição anterior, aliás, segundo o autor ela é uma adaptação proveniente das classes de geotecnia e do Sistema de Capacidade de Uso. Por outro lado, em estudo anterior THOMAZ (2000) utilizou a referida proposta, assim, para fazer correlações com a pesquisa atual optou-se por manter essas 5 classes na elaboração da carta de declividade (Tabela 2). Além disso, algumas análises acerca das unidades de terras incluirão as declividades dos sítios e a interpretação qualitativa dos materiais e processos (avaliação empírica) seguirá a proposta de LEPSCH et al (1991).

Tabela 2 - Categorias hierárquicas de fragilidade das classes de declividade

Classes de fragilidade	Declividade (%)	*Declividade (o)
1 - Muito fraca	< 6%	< 3,5o
2 – Fraca	6 – 12%	3,5 – 7o
3 – Média	12 – 20%	7 – 12,4o
4 – Forte	20 – 30%	12,4 – 16,7o
5 - Muito forte	> 30%	>16,7o

Fonte: ROSS (1994).**Nota:** Declividade em grau incluída pelo autor.

Carta de Uso da Terra

A carta de uso da terra indica de maneira geral as atividades humanas e no caso da área em estudo exibe um padrão espacial em forma de mosaico devido às características da ocupação e do uso da terra. Entre os principais tipos de usos estão: pastagem, capoeira, floresta, agricultura de subsistência e agricultura mecanizada. Devido à dificuldade em se delimitar o uso da terra algumas classes foram consideradas em associação com outros usos. Esta carta foi elaborada a partir da atualização do uso de 1980 (fotografias aéreas), trabalho de campo e apoiado no trabalho de LUIZ *et al* (2003).

Carta Geomorfopedológica

A carta aqui denominada de geomorfopedológica é a junção das formas de relevo, declividade e tipos de materiais predominantes (solos) principalmente acerca de suas características físicas. As formas de relevo foram mapeadas de acordo com a proposta de ROSS (1992). O procedimento para elaboração desta carta seguiu as seguintes etapas:

a) Com o apoio de fotografias aéreas, carta topográfica e controle de campo delimitaram-se as formas de relevo como: terraço fluvial, vertente retilínea, vertente convexa I e II, patamar, patamar convexo e topo convexo.

b) De posse da carta clinográfica e das formas de relevo foram realizados trabalho de campo para se verificar os materiais predominantes em cada unidade geomorfopedológica. A identificação dos materiais ocorreu através de avaliações de trincheiras naturais (corte em estradas), trincheiras escavadas para os ensaios com penetrômetro de bolso e retiradas de amostras indeformadas. Empregou-se, ainda, tradagem, análise físico-química do solo etc. Além dessas atividades, caracterizou-se uma vertente representativa e traçaram-se perfis topográficos-catena no sentido de se delimitar e representar as formas de relevo e, por conseguinte, os materiais predominantes. A caracterização das unidades de terras ou geomorfopedológicas seguiu a proposição de LEPSCH *et al* (1991).

c) O reconhecimento do solo associado à carta geomorfopedológica foi buscado nas diferentes etapas do trabalho. Na revisão bibliográfica acerca da caracterização da área de estudo buscou-se identificar os solos em seus diversos aspectos, por exemplo, evolução pedogeoquímica em (MELFI e PEDRO, 1977, 1978).

Foram consultados, também, os seguintes estudos: 1) a carta de aptidão do solo da bacia do Rio das Pedras (Análise do Plano de Gestão e Manejo do Manancial do Rio das Pedras, Guarapuava – PR) (SANEPAR, 2002), 2) Levantamento Expedito e Aptidão dos Solos da Microbacia do Rio Lajeado e Caracterização Climática do Alto Curso do Rio Jordão (EMBRAPA, 1999), 3) Levantamento de Reconhecimento dos Solos da Região Centro-Oeste (Sul) do Estado do Paraná (EMBRAPA, 1984) e 4) Levantamento de Reconhecimento dos Solos da Região Centro-Oeste (Sul) do Estado do Paraná (MENDES e CASTRO, 1984).

RESULTADOS

A bacia do Rio Guabiroba faz divisa ao Norte com a bacia do Rio das Pedras e ao Sul com a bacia dos Rios Iratim-Bananas. A disposição predominante da bacia é de Leste para Oeste. A bacia possui área aproximada de 23,7* km^2 (2370 ha) e a hierarquia fluvial segundo a classificação de Sthraler é de 4^o ordem.

As características morfométricas da bacia do Rio Guabiroba podem ser assim indicadas: altitude média do terreno é em torno de 1050; a amplitude é de 310 m, sendo que 980 m é o ponto mais baixo localizado no setor de confluência com o Rio das Pedras; a extensão aproximada do Rio Guabiroba é 9,2 km; o desnível do rio é 260 m conferindo um gradiente hidráulico aproximado de 0,028 m/m (2,8%); a densidade de drenagem é 3,18; a largura e o comprimento médio da bacia é de 3,3 km e 7,0 km, respectivamente.

De modo geral, observa-se assimetria no que se refere no padrão de relevo e drenagem. À margem direita possui distância menor (1,117 km) entre o divisor da bacia e o canal fluvial principal. Em certos casos, essa distância chega ser de apenas 0,6 km. Em contrapartida, na margem esquerda essa distância é bem superior (2,412 km). O Rio Guabiroba segue seu curso margeando o lado direito, indicando controle estrutural (Figura 3).

Esta característica influencia em vários aspectos morfométricos interno da bacia e, em particular, das sub-bacias que compõe a bacia como um todo. Isto foi verificado após se

* Esse foi o valor padrão da área.No entanto, alguns mapas apresentaram pequena variabilidade de área. Optou-se por avaliar os dados a partir do valor registrado em cada mapa independente de sua área ser pouco maior ou menor do que a área padrão.

delimitar as principais sub-bacias do Rio Guabiroba. Apesar da área da bacia não ser grande é possível verificar diferenciação interna como setor do canal principal sub-bacia 1, setor de nascentes sub-bacias 3 e 4; setor de margem direita (MD) sub-bacias 2, 7, 8, 12 e 16; setor de margem esquerda (ME) sub-bacias 5, 6, 9, 10, 11, 13, 14 e 15 (Figura 4 e Tabela 3).

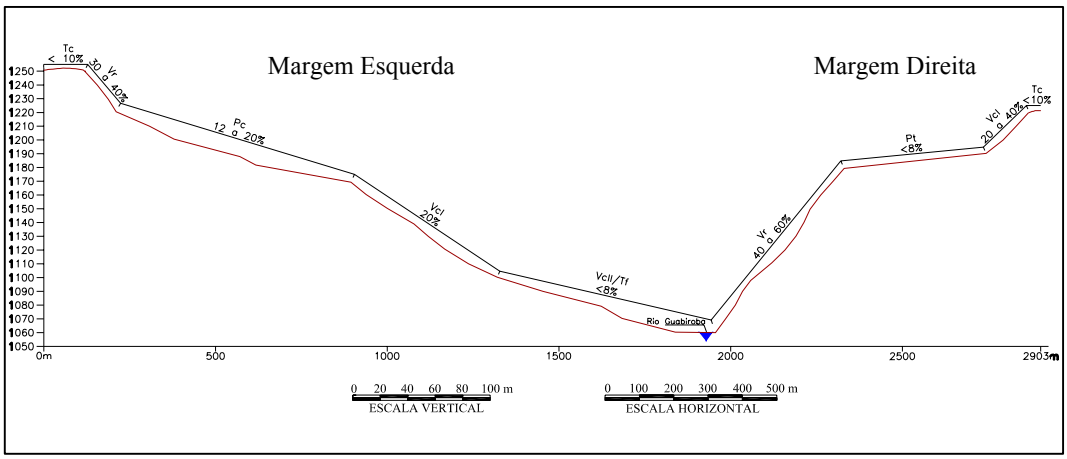

Figura 3 – Perfil topográfico transversal da bacia do Rio Guabiroba. Org. THOMAZ, E. L. (2004).

A área total da bacia é em torno de 23,7 km2, contudo, devido à assimetria do vale as sub-bacias da MD somam 3,248 km2 (13,7%) e as da ME 12,869 km2 (54,3%), o vale e as nascentes do rio principal somam 7,607 km2 (32,0%). A amplitude altimétrica da MD é de 140 m, enquanto que na ME este valor atinge em média 164 m. A maior amplitude altimétrica das sub-bacias da ME indica que neste setor as vertentes são mais longas. Este comportamento se reflete na declividade média das vertentes que no setor direito é de 13% e no setor esquerdo é de 10%. Da mesma forma, a rede de drenagem é mais desenvolvida no setor esquerdo 40,90 km (54,3%), contra 10,95 km (14,5%) no setor direito. Ao todo a rede de drenagem da bacia do Rio Guabiroba soma em torno de 75, 38 km (Tabela 3).

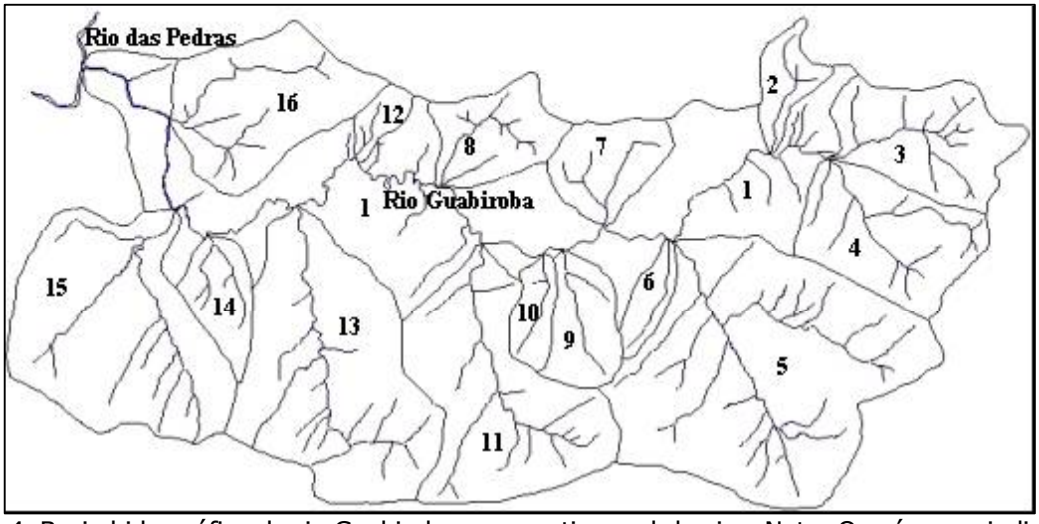

Figura 4. Bacia hidrográfica do rio Guabiroba e respectivas sub-bacias. Nota: Os números indicam as sub-bacias avaliadas.Org. THOMAZ, E. L. (2004).

Tabela 3 – Aspectos morfométricos das sub-bacias do Rio Guabiroba

Sub-bacia	Area (km2)	C.T.C (km)	H (m)	Dd	Rr	Declividade média das vertentes m/m e área ocupada (%)
1 (Guabiroba)	5,19	14,39	120	2,78	0,017	0,12 a >0,30(62,6%)
2 (MD)	0,32	1,74	150	5,48	0,129	0,12 a >0,30(73,2%)

3 (Nascente)	1,16	4,29	150	3,71	0,092	0,20 a >0,30(53,9%)
4(Nascente)	1,27	4,85	170	3,83	0,108	0,12 a >0,30(72,2%)
5 (ME)	3,96	13,45	190	3,40	0,075	0,12 a ≤0,30(56,3%)
6 (ME)	0,23	1,02	110	4,36	0,105	0,0 a ≤0,12(58,9%)
7 (MD)	0,60	1,82	170	3,02	0,169	0,20 a >0,30(51,7%)
8 (MD)	0,69	2,56	130	3,71	0,105	0,12 a ≤0,30(61,9%)
9 (ME)	0,54	1,58	130	2,91	0,11	0,12 a ≤0,30(55,2%)
10 (ME)	0,27	1,04	130	3,79	0,129	0,06 a ≤0,20(55,7%)
11 (ME)	2,14	6,94	210	3,25	0,095	0,12 a ≤0,30(53,3%)
12 (MD)	0,17	0,69	100	4,10	0,145	0,20 a >0,30(62,1%)
13 (ME)	2,74	7,91	170	2,88	0,064	0,12 a ≤0,30(48,8%)
14 (ME)	0,45	1,71	160	3,78	0,127	0,06 a ≤0,30(76,4%)
15 (ME)	2,53	7,27	210	2,87	0,107	0,12 a >0,30 (75,6%)
16 (MD)	1,47	4,14	150	2,82	0,084	0,06 a ≤0,20(49,0%)
Bacia	23,72	75,38	310	3,18	0,039	0,12 a >0,30 (70,0%)

Nota: MD (margem direita); ME (margem esquerda); C.T.C (comprimento total de canais); H (amplitude altimétrica); Dd (densidade de drenagem, c.t.c/área); Rr (relação de relevo, H/comp.da bacia).Org. THOMAZ, E. L. (2004).

Por sua vez, a densidade de drenagem da bacia do Rio Guabiroba é de 3,18, a densidade das sub-bacias MD é de 3,83 e na ME 3,41, nas nascentes 3,77 (sub-bacias 3 e 4) e no canal principal 2,78 (sub-bacia 1). Constata-se que as densidades das sub-bacias são superiores ao valor da bacia quando esta é considerada no seu todo. Por outro lado, a densidade de drenagem das sub-bacias da margem direita é superior ao dos demais setores.

A hipsometria da bacia apresentou 76,7% da área entre as altitudes de 1040 a 1200 m. Altitudes ≥1200 somaram 8,2% e são mais freqüente nos setores de médio para alto curso sendo restritas aos divisores principais da bacia. As menores altitudes ≤1040 seguem ao longo do Terraço Fluvial e perfaz 15% da área da bacia (Tabela 4 e Figura 5).

Tabela 4 – Hipsometria da bacia do Rio Guabiroba

Altitude	Área (km2)	Área (%)
<1000 m	0,54	2,27
1000 – 1040 m	3,01	12,76
1040 – 1080 m	4,65	19,69
1080 – 1120 m	4,38	18,52
1120 – 1160 m	5,26	22,27
1160 – 1200 m	3,84	16,26
1200 – 1240 m	1,75	7,39
>1240 m	0,20	0,84
Total	23,62	100,00

Org. THOMAZ, E. L. (2004).

Os compartimentos altimétricos representam os escalonamentos (degraus, Figura 3) internos da bacia e indicam, grosso modo, a variação da energia potencial. Por exemplo, no Terraço fluvial tende a formar uma área ampla com pouca variação altimétrica entre 980 a 1040 m, isto também se verifica nos segmentos de Patamares e Vertente convexa II. De modo contrário, nos segmentos de Vertente convexa I e, em especial, nos Retilíneos a variação ocorre de modo abrupto formando áreas estreitas (faixas) (Figura 5).

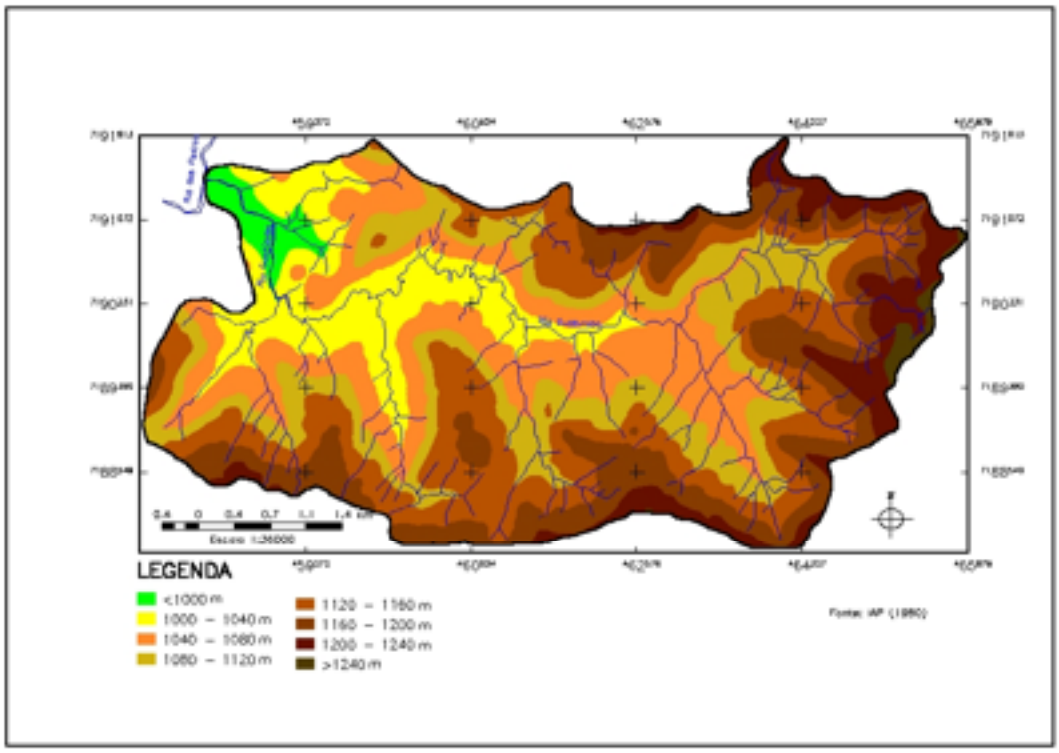

Figura 5 – Carta hipsométrica da bacia do Rio Guabiroba.Org. THOMAZ, E. L. (2004).

A bacia do Rio Guabiroba apresentou significativa distribuição absoluta e relativa em todas as classes de declividade estabelecidas (Tabela 5 e Figura 6). As classes de declividade se distribuem com freqüência semelhantes em todos o setores da bacia, baixo, médio e alto curso, bem como nas ME e MD. Portanto, a declividade é irregular no âmbito da bacia.

Tabela 5 – Declividade da bacia do Rio Guabiroba

Declividade	Área (km2)	Área (%)
≤ 6 %	3,32	14,04
6 - 12%	3,78	15,99
12 - 20%	6,47	27,40
20 - 30%	5,27	22,32
≥ 30 %	4,78	20,25
Total	23,63	100,00

Org. THOMAZ, E. L. (2004).

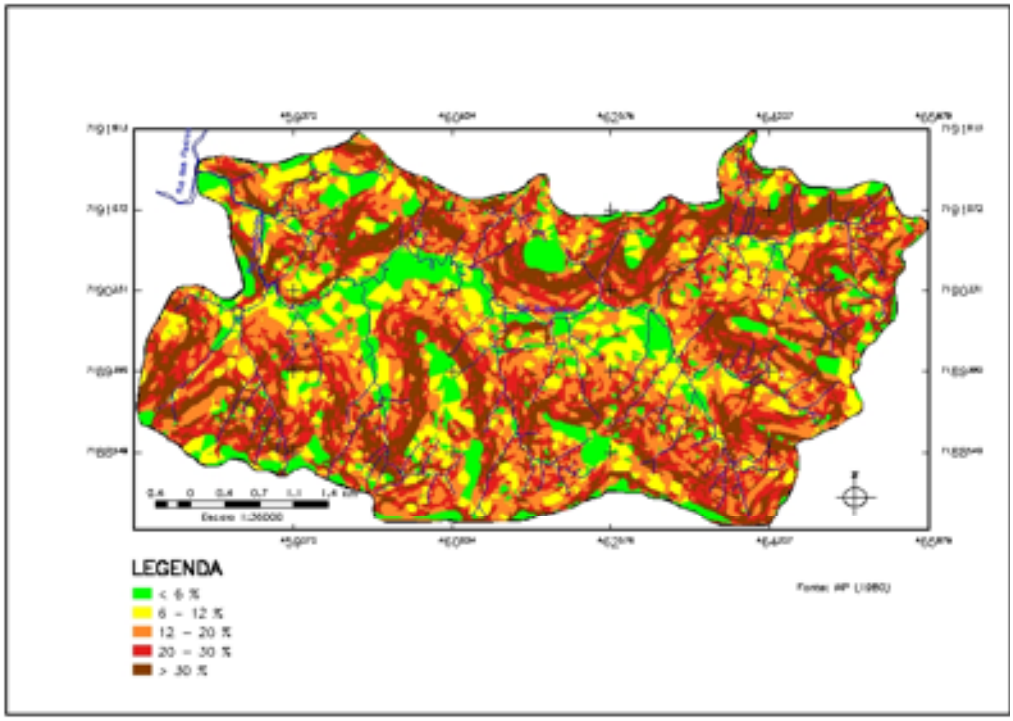

Figura 6 – Carta clinográfica da Bacia do Rio Guabiroba.Org. THOMAZ, E. L. (2004).

As declividades entre 0 a 12% (≤7o) estão presentes em 30% da área da bacia, principalmente nos setores de Terraço Fluvial, Patamares, Topos e subsidiariamente em alguns setores de Vertente convexa (I e II). As classes de declividade que estão entre 12 a 30% (7o a 17o) respondem por 49,7% da área da bacia. Essas declividades são mais freqüentes nos segmentos de Vertentes convexas (I e II) geralmente em setores laterais aos Patamares. Por fim, as declividades ≥30% (≥17o) ocupam 20,25% da área da bacia. Essas declividades são representadas em geral por vertentes curtas marcando ruptura brusca de declive entre um estrato de basalto e outro, dessa forma, elas formam extensas faixas contornando os Patamares estruturais. Em fim, os terrenos da bacia do Rio Guabiroba possuem declividades predominante média (12 a 20%) a média/alta (20 a 30% e ≥30%). Essas três classes acumulam 70% da área da bacia (Tabela 5 e Figura 6).

Foram delimitadas 7 unidades geomorfopedológicas (UG) indicando certa variabilidade de formas de relevo e material (Quadro 1 e Figura 7). As UG de maior extensão na bacia são as Vcl, Vr e VcII respectivamente. Essas unidades acumulam 76,5% da área da bacia ou 18,2 km2. As UG que possuem formas ligeiramente aplanadas como: Pt, Pc, e Tc somam 14,9 km2 e o TF que é a unidade com menor declividade responde pelo restante da área.

Em termos de distribuição das unidades verifica-se que os topos são mais freqüentes no setor de ME entre o divisor das bacias dos Rios Guabiroba e Bananas. No setor de ME ocorrem mais os Pc, mais longos e declivosos, enquanto que no setor de MD predomina a unidade de Pt amplos e com menor declividade. O segmento Vcl está presente em todos os setores da bacia. De modo contrário, a VcII se estende em especial de médio para alto curso. A unidade Vr também é mais freqüente no setor de médio a alto curso, apesar de ser significativo as áreas existentes nos demais setores da bacia.

Quadro 1 – Unidades geomorfopedológicas da bacia do Rio Guabiroba

Unidade geomorfopedológica	Caracterísitcas	Área (km2)	Área (%)
Terraço Fluvial (TF)	Declividade predominante: <6%; subsidiariamente 6 a 12%; solos predominantes: associação Latossolo+Cambissolo; Gleissolo.	2,06	8,65
Vertente convexa I (Vcl)	Declividade predominante: 12 a 30%; subsidiariamente 6 a 12%; solos predominantes: associação Cambissolo+Neossolo; Neossolo+Cambissolo e	9,16	38,51

	Afloramento de rocha.		
Vertente convexa II (VcII)	Declividade predominante: 6 a 12%; subsidiariamente 20 a 30%; solos predominantes: associação Cambissolo+Neossolo; Neossolo+Cambissolo e Gleissolo.	4,19	17,60
Vertente retilínea (Vr)	Declividade predominante: > 30%; solos predominantes: associação Neossolo+Cambissolo e Afloramento de rocha.	4,84	20,37
Patamar (Pt)	Declividade predominante: <12%; solos predominantes: associação Cambissolo+Neossolo.	1,58	6,64
Patamar convexo (Pc)	Declividade predominante: 6 a 12%; solos predominantes: associação Cambissolo+Neossolo.	1,30	5,46
Topo convexo (Tc)	Declividade predominante: <12; subsidiariamente 12 a 20%; solos predominantes: associação Cambissolo+Neossolo.	0,66	2,79
Total		23,79	100,00

Org. THOMAZ, E. L. (2004).

Por fim, o TF é a unidade mais bem definida se estendendo de médio para baixo curso. Esta unidade é interrompida por um “estrangulamento estrutural” no baixo curso. Neste setor do Rio Guabiroba formam-se cachoeiras e corredeiras, por conseqüência, ocorre descontinuidade desta unidade. Ela se amplia novamente próximo à confluência com o Rio das Pedras. Grosso modo, esse desnível de aproximadamente 40m em certa medida forma um compartimento suspenso (vale) marcando a transição abrupta entre os estratos de basalto (Figuras 5).

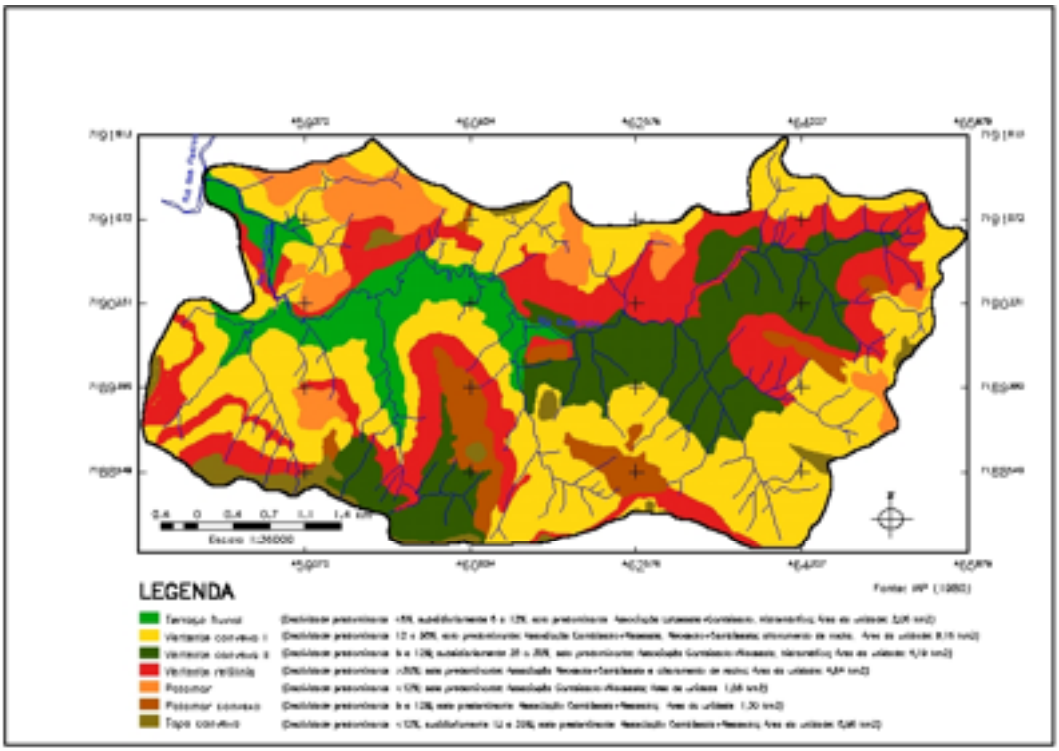

Figura 7. Carta geomorfopedológica da bacia do Rio Guabiroba.Org. THOMAZ, E. L. (2004).

As unidades geomorfopedológicas representam um esboço da distribuição pedológica na área de estudo (inserção). De maneira geral, há 4 situações acerca da cobertura superficial: Latossolo, Cambissolo, Neossolo (litólico) e Gleissolo (hidromórfico). Em algumas unidades ocorrem inclusões de afloramento de rocha, pedregosidade e rochosidade em grau variado. Portanto, o que ocorre é a variação desses solos no âmbito da bacia, em que eles aparecem freqüentemente em associação, isto é, um tipo de solo predomina na unidade, entretanto, possui inclusão de um ou mais elemento dentro da unidade (Figura 7).

Em linhas gerais a bacia do Rio Guabiroba está inserida numa grande unidade em que predomina a associação de solos Litólicos Álicos (Neossolos Litólicos) e Cambissolos Álico, ambos com horizonte A proeminente, textura argilosa fase pedregosa, sob domínio da floresta subtropical subperenifólia. O relevo desta unidade é predominantemente forte ondulado a montanhoso com declividade superior a 40%. Devido às características descritas essa unidade apresenta suscetibilidade a erosão muito forte, bem como é predisposta a deslizamentos e desmoronamentos (MENDES e CASTRO, 1984).

Outra unidade possível é formada pela associação de Latossolo Bruno Álico (relevo suave ondulado 3 a 8%) e Cambissolo Álico (relevo ondulado 20%). O horizonte A é proeminente e a textura é argilosa. Possui suscetibilidade moderada a erosão quando predomina o Latossolo e forte quando predomina o Cambissolo (MENDES e CASTRO, 1984). Essa unidade é restrita ao Terraço Fluvial e setores de vertentes convexas menos declivosas. Grande parte do espessamento dos solos no sopé de vertente e no Terraço Fluvial é resultado do transporte de material proveniente de montante (coluvionamento).

No que se refere à evolução dos solos nos Latossolos os processos pedogeoquímico se encontram em estágio avançado com alteração praticamente total dos minerais, enquanto que no Cambissolo a alteração é incompleta e no Litossolo (Neossolo) a alteração é inexistente ou insignificante (MELFI e PEDRO, 1977 e 1978).

O uso da terra é extremamente dinâmico na área em estudo, haja vista, ser comum encontrar capoeira em diversos estágios de regeneração, áreas mecanizadas em pousio (classificadas como campos) e rotação de terra praticada pela agricultura de subsistência ou de toco. Portanto, o uso da terra muda de um ano para outro e mesmo de uma estação para outra. Essa variabilidade têmporo-espacial no uso da terra resulta em um padrão em mosaico (manchas, corredores e faixas) difícil de ser representado no mapeamento. Assim, da mesma forma, que os solos os usos possuem inclusões, além disso, muitos são transitórios (Figura 8).

A agricultura mecanizada esta presente em todos os setores da bacia, ocupando 6,23% da área. A despeito dessa pouca área é correto considerar que parte das áreas sob capoeira e campo são áreas potencialmente utilizadas para agricultura (pousio), notadamente àquelas localizadas nas unidades geomorfopedológicas com maior aptidão. Dessa forma, ela é praticada particularmente nos terrenos menos declivosos como TF, Pt e em alguns setores de vertentes convexas (Vcl e VcII) (Tabela 6 e Figura 8).

Capoeira e agricultura de subsistência (associação) somam 18,93% da área. Esses dois usos são os mais variáveis no âmbito da bacia, e, por conseguinte, é difícil seu mapeamento. As capoeiras se encontram em diversos estágios de regeneração devido principalmente à rotação de terra praticada pelos agricultores. A rotação de terras consiste se utilizar uma faixa de terra para plantio e deixar em regeneração (roçar, queimar, plantar, colher e abandonar) voltando a ocupar a mesma área após 3 ou 5 anos em média. Por causa dessa dinâmica a capoeira em regeneração com tempo em torno de 1 ano foi considerada campo em pousio e as com aproximadamente uma década de regeneração foi incluída como floresta secundária. Ou seja, esses usos são estágios transitórios dentro da modalidade capoeira (Tabela 6 e Figura 8).

A floresta secundária ocupa a maior parte da bacia (40,12%). Dentro dessa modalidade de uso é possível encontrar algumas situações como: uso em forma de Faxinal; floresta secundária com araucária, floresta secundária sem araucária, capoeira em estágio avançado de regeneração e áreas em que o predomínio do dossel é bracatinga. Neste último uso estima-se que ele ocupe em torno de 20% do total da área com floresta secundária. Parte dessas áreas são incorporadas pelo processo de rotação de terras (Tabela 6 e Figura 8).

Tabela 6 – O uso da terra na bacia do Rio Guabiroba

Uso da Terra	Área (km2)	Área (%)
Agricultura mecanizada	1,48	6,23
Capoeira e agricultura de subsistência	4,50	18,93
Floresta secundária	9,53	40,12
Pastagem e campo em regeneração	7,86	33,10
Água e áreas úmidas	0,09	0,39
Construções (edificações)	0,29	1,24
Total	23,76	100,00

Org. THOMAZ, E. L. (2004).

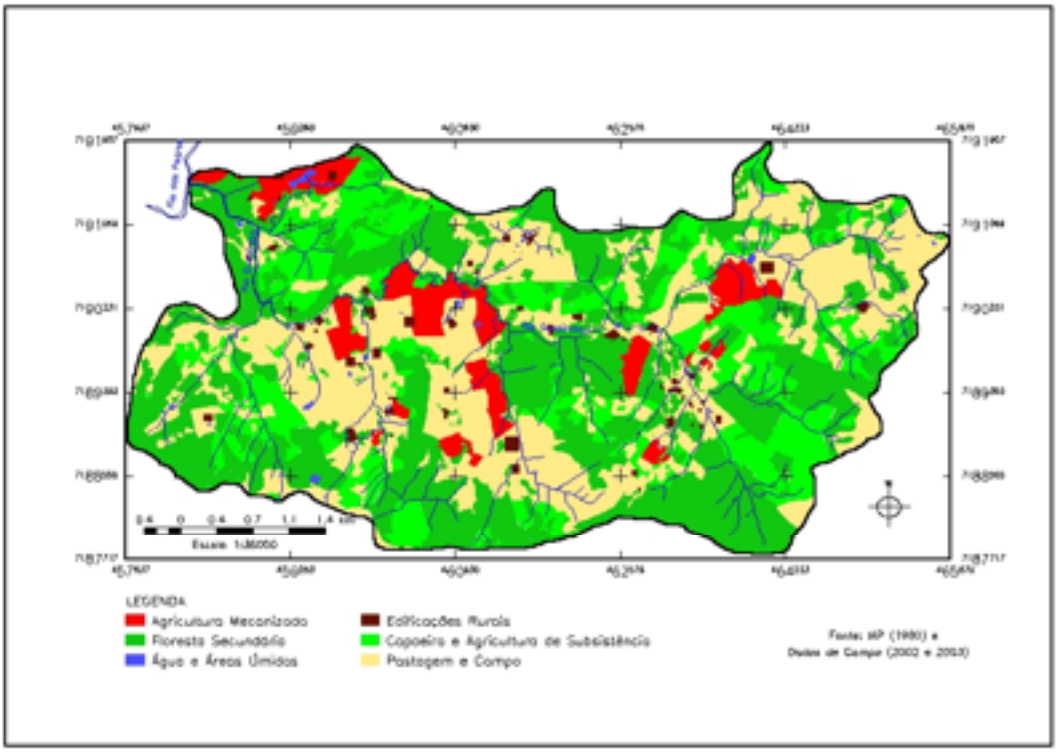

Figura 8. Uso da terra na bacia do Rio Guabiroba 2003.Org. THOMAZ, E. L. (2004).

O uso da terra na forma de pastagem e campo em regeneração é o segundo maior uso na bacia (33,10%). Este uso aparece em todos os setores da bacia, bem como nas diferentes unidades geomorfopedológicas, e por extensão, é praticado em declividade menor do que 12% até declividade superior a 40%. Como já comentado, nessa classe de uso ocorrem inclusões de áreas, em pousio, que são incorporadas pela agricultura mecanizada e subsidiariamente pela agricultura de subsistência (Tabela 6 e Figura 8).

Os demais usos, água/áreas úmidas e construções somam 1,63%. Sendo que a construções se distribui especialmente nos fundos de vale e topos. A água/áreas úmidas são às vezes construções em que se é transformada uma área (fluxo) em pequenas represas. Em outras são depressões úmidas formadas pela convergência de fluxo superficial e subsuperficial em setores localmente côncavos (fundo de vale). Outras formas são as depressões úmidas existentes nos topos e patamares (Tabela 6 e Figura 8).

DISCUSSÃO e CONCLUSÃO

O local estudado ocupa a região Centro Sul do estado do Paraná. Esta área do estado é abrangida por clima subtropical úmido com mais de 1900 mm de chuva anual. A latitude sul, bem como as altitudes variando entre 960 a 1250 m amenizam as temperaturas médias diárias e anuais influenciando na evaporação, por conseqüência, ocorre significativo

excedente hídrico. Por outro lado, a rede de drenagem (divisor regional) na frente da Escarpa da Esperança (cuesta) e no reverso da escarpa imprime ao relevo local (topológico) forte dissecação e influencia no desenvolvimento das coberturas dos materiais superficiais originados do basalto. O clima local e a altitude implicam numa evolução pedogeoquímica diferenciada (mais lenta) dos materiais do que em outras regiões tropicais em que as características explicitadas não estão presentes.

Os solos são pouco desenvolvidos e com baixa capacidade de armazenamento de água. Portanto, no conjunto o meio físico favorece ao escoamento superficial. Em decorrência, geneticamente o ambiente estudado apresenta balanço morfogenético positivo, em que, a morfodinâmica superficial supera a pedogênese ou o espessamento da cobertura superficial que recobre as vertentes. Contudo, o espessamento dos solos ocorre nos sopés de vertentes e de forma ampla no terraço fluvial.

A ocupação da Região Centro Sul do estado do Paraná teve uma ligação muito forte com a exploração dos recursos naturais, haja vista, "os ciclos econômicos" como: tropeirismo, erva-mate, madeira, exploração em sistema faxinal e agricultura comercial. Este processo causou significativas mudanças na paisagem regional.

A ocupação agrícola principal agente dinamizador da morfodinâmica local se configura por uma marcante dualidade no município de Guarapuava. De um lado uma moderna agricultura empresarial que ocupa solos com aptidão agrícola, de outro uma agricultura praticada em terras com baixa aptidão agrícola. Dessa forma, as práticas agrícolas sob as diferentes unidades de relevo, materializada no uso da terra, impõe uma resposta complexa na dinâmica hidrogeomorfológica local. O uso da terra, coloca o relevo (meio físico) como elemento de suporte e de interface. Todavia, ele é permeado por uma estrutura agrária que envolve aspectos sócio-econômicos, tradições culturais e nível tecnológico (técnicas) empregado no uso das terras agrícolas, tudo isso confere uma dinâmica complexa às unidades de terras e ao sistema geomorfológico da bacia do Rio Guabiroba.

Enretanto, como os processos hidrológicos e geomorfológicos são influenciados pelas formas do relevo e sob diferentes usos da terra? De que forma às atividades agrícolas em diferentes unidades de terras aumentam a complexidade e a variabilidade têmporo-espacial dos processos hidrogeomofológicos? Ou como essas inter-relações influenciam à dinâmica atual da paisagem da área de estudo?. As respostas a essas e outras questões fazem parte da pesquisa Processos Hidrogeomorfológicos em Ambiente Subtropical que vendo sendo desenvolvidas na bacia do Rio Guabiroba, Guarapuava-PR.

Portanto, neste trabalho foi apresentado a caracterização do meio físico da bacia do Rio Guabiroba. Além disso, demonstrou-se em linhas gerais o procedimento empírico-cartográfico como suporte ao estudo de processos, isto é, o mapeamento da paisagem foi o ponto de partida para as mensurações, e não o fim. Aliás, a mensuração de processos complementa a abordagem qualitativa realizada a partir do mapeamento da paisagem e da observação direta dos processos (empírico-cartográfico). Uma vez que o mapeamento da paisagem serviu de suporte aos procedimentos experimentais.

A delimitação das unidades de terras seguiu às proposições de mapeamento da paisagem utilizadas na Geografia Física. Não foi necessário utilizar mapas complexos com muita informação, pois o objetivo foi contextualizar o ambiente de estudo. Por sua vez, a abordagem empírica (observação direta dos fenômenos) serviu de base para formar o quadro do ambiente pesquisado por meio do entendimento das conexões e dinâmica das unidades de terras (sistemas), atividades agrícolas etc. Por fim, destaca-se que os resultados experimentais serão apresentados em outros ensaios.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. USP, Geomorfologia, n. 18, p. 1-23, 1969.

AHNERT, F. A. Introduction to geomorphology. London: Arnold, 1998.

CHAUÍ, M. Convite à Filosofia. São Paulo: Ática, 1995. 440p.

EMBRAPA. Centro Nacional em Pesquisa em Floresta. Levantamento expedito e aptidão dos solos da microbacia do Rio Lajeado e caracterização climática do alto curso do rio Jordão. Colombo-PR, 1999. (mimeografado)

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Equipe de pedologia e fertilidade do solo. Levantamento de reconhecimento dos solos da região centro-oeste (sul) do estado do Paraná. Rio de Janeiro, 1984.

GREGORY, K. J. A natureza da geografia física. São Paulo: Bertrand Brasil, 1992. 367p.

HART, M. G. Geomorphology: pure and applied. London: Allen & Unwin, 1986. 228p.

HARVEY, D. W. Explanation in Geography. London: Arnold, 1969. 521p.

LUIZ, J. C. et al. Uso do solo na bacia do Rio Guabiroba 2003. Disciplina de Biogeografia, Departamento de Geografia – UNICENTRO. Guarapuava, 2003.18p.

LEPSCH, I. F. et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: SBCS, 1991. 175p.

MELFI, J. A. e PEDRO, G. Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil. Parte 1 – Caracterização e repartição dos principais tipos de evolução pedogeoquímica. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, v. 7, p. 271 – 286, 1977.

MELFI, J. A. e PEDRO, G. Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil. Parte 2 – Considerações sobre os mecanismos geoquímicos envolvidos na alteração superficial e sua repartição no Brasil. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, v. 8, p. 11 – 22, 1978.

MENDES, W. e CASTRO, A. F. Limitações do uso dos solos do Estado do Paraná por suscetibilidade à erosão. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1984.

RODRIGUES, S. C. Análise empírico-experimental da fragilidade relevo-solo no cristalino do Planalto Paulistano: sub-bacia do Reservatório Billings. São Paulo, 1998, 265 f. Tese (Doutorado em Ciência, área Geografia Física) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. USP, Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. USP, Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 6, p. 17-30, 1992.

SANEPAR. Unidade de Guarapuava. Plano de gestão e manejo do manancial do Rio das Pedras, Guarapuava – PR: Guarapuava: SANEPAR, 2002. 62p. (Relatório técnico).

SOTCHAVA, V. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre.Biogeografia, São Paulo, n. 14, p. 1-24, 1978.

THOMAZ, E. L. Caracterização hidroclimática da bacia do Rio das Pedras. Convênio Fundo Azul II – Sanepar/Unicentro. Guarapuava, 2003, 37 p. (Relatório Técnico-Científico).

THOMAZ, E. L. Análise empírica da fragilidade potencial da bacia do Rio Iratim, Guarapuava-PR. São Paulo, 2000. 188 f. Dissertação (Mestrado em Ciência, área Geografia Física) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

THOMAZ, E. L. Processos hidrogeomorfológicos e o uso da terra em ambiente subtropical – Guarapuava – PR. São Paulo, 2005, 296 f. Tese (Doutorado em Ciência, área Geografia Física) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. (em andamento)

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977. 97p.

TRICART, J. Principles et méthods de la geomorphologie. Paris: Masson, 1965.